

비단가리비 인공종묘 생산*



박기열 수산연구사
국립수산과학원 서해수산연구소
태안수산종묘시험장
Tel) 041-675-3773 Fax) 041-675-7077
E-mail) kypark@nfrda.re.kr

1. 서론

비단가리비, *Chlamys farreri*는 연체동물(Molluscs) 문, 이매패(Pelecypoda) 강, 진다치(Eutaxidonta) 목, 가리비(Pectinidae) 과에 속하는 조개류로서, 가리비 과에는 세계적으로 300여종이 서식하고 있는 것으로 알려져 있다. 이들 대부분은 한해성으로 남·북위 다같이 34° 30' 보다 고위도 지방에 분포한다. 우리나라에는 참가리비(*Patinopecten yessoensis*), 국자가리비(*Pecten albicans*), 비단가리비(*Chlamys farreri*), 고랑가리비(*Chlamys swifti*), 흔한가리비(*Chlamys nobilis*), 해가리비(*Amusium japonicum japonicum*) 등 6종이 서식하며(박, 1998), 산업적으로 중요시되어 양식 대상으로 취급되는 품종은 참가리비, 비단가리비 및 해가리비이다.

비단가리비 서식 지역은 우리나라 전 연안과 일본, 중국의 북부(산둥성 일대)이며, 서식 수심은 10~30m이고 저질은 암반과 자갈로 된 조류가 빠른 곳이다. 또한 염분과 투명도는 비교적 높고 서식 수온은 3~28°C로 광범위하나, 성장 최적 수온은 참가리비 보다 비교적 높은 20~23°C의 수온이다. 비단가리비의 생물, 생태학적 특징

을 보면, 이들은 주로 소형 종으로 패각은 불룩한 부채 모양을 하고 있으며 우각이 좌각보다 약간 납작하다. 대개 각고는 각장보다 크며 각폭은 각고의 1/3 정도이다. 방사늑은 크고 작은 것이 많고 개체간의 차이도 많으며, 큰가리비 보다 수가 작다. 방사늑 위에 인편돌기가 있다(노 등, 1997).

패각의 색깔은 갈색 또는 분홍색 반점이 있으나 적색, 자색 및 백색 등의 개체 변이가 많으며, 색깔이 아름답다. 우리 나라에서 이들의 주 생산지는 대흑산도와 백령도 해역으로 소형 형망이나 잠수기 등에 어획되고 있으며, 최근 들어 자원이 감소하는 추세에 있다. 가리비류는 육질이 연하고 담백하여 고급 식품의 패류이므로 날것이나 구이로 맛이 으뜸이며 패각근은 냉동품, 통조림, 자건품, 훈제품 등의 다양한 가공품으로 개발되고 있는 고급식품 소재이다. 또한 껍질은 굴양식의 채묘기 또는 김 사상체의 부착 기질로도 활용되는 등 버릴 것이 하나도 없을 정도로 이용성이 높다.

가리비류의 종묘 생산 및 양식 현황을 보면, 일본에서는 참가리비의 자연 채묘가 1936년경부터 실시되어 왔으며, 근래에는 인공 종묘 생산의 성공으로 많은 양의 종묘를 생산하고 있다. 따라서

1990년에는 570,000톤 이상의 생산 실적을 올림으로써 큰가리비 양식의 산업화가 이루어져, 어업인의 소득 증대에 크게 기여해 오고 있다. 중국은 1970년대 부터 가리비 양식을 시작하여 1985년 6,000 톤에 불과하였으나 1996년에는 999,000 톤으로 증가 하였으며, 그 가운데 비단가리비가 양식 가리비 총 생산량의 70%를 차지하고 있다. 특히 산둥성은 연간 15억 마리의 종패를 생산함으로써 비단가리비 양식 산업을 주도하고 있다. 우리나라에서는 1973년부터 경북 영일만에서 최초로 큰가리비 자연 채묘가 시작되었으나 산업화 단계에 이르지 못하고 중단되었으며, 그후 1989년부터 강원도 연안에서 자연 채묘 시험을 다시 추진하여 동해안에서 자연 채묘 및 양식이 활발히 추진된 것은 물론 지역 특화 산업으로 지정 육성되고 있다(박, 1995).

비단가리비에 대한 연구로는 외국에서는 생식 주기(Liao *et al.*, 1983, Yakovlev *et al.*, 1995), 유생 성장(Li *et al.*, 1989, Kuang *et al.*, 1997), 양성 시험(Sun *et al.*, 1977, Sun *et al.*, 1996, Yang *et al.*, 1999), 3배체 생산(Yang *et al.*, 1999), 4배체 생산(Yang *et al.*, 1999) 등이 있으며, 국내에서 이들에 대한 연구는 분포 및 생태(Hwang and Kim, 1973), 자원 조사(조 등, 1996), 성장과 산란(Kang and Zhang, 2000), 유생 발생(허, 1994), 인공 종묘 생산(Na *et al.*, 1995), 자연 채묘 및 양성 시험(경상남도, 1996, 노 등, 1997)에 관한 연구가 있을 뿐이다. 그러나 이러한 일련의 연구들은 기초 연구, 자연 채묘 및 실험 수준의 인공 종묘 생산 등에 관한 것이며 비단가리비의 대량 인공 종묘 생산에 관한 연구는 없다.

서·남해 연안에 서식하는 비단가리비는 국내 처음으로 1994년 국립수산진흥원 인천 어촌지도

소와 통영 어촌지도소에서 자연 채묘 및 양식 시험을 실시하여 양식으로서의 가능성을 찾은 후, 1997년 백령도에서 양식 어업인이 자연 채묘로 종패를 채롱에 수용하여 뗏목 및 연승 수하식 양식을 하고있다.

우리나라의 비단가리비 양식은 아직 활발하지 않으나 최근 서·남해 연안의 비단가리비 양식장이 증가하고 있어 종패 수요가 급증하나 자연 채묘에 의한 종패가 부족하여 중국에서 많은 종패를 수입해야 하는 실정에 있었다. 1998년 국내 최초로 국립수산진흥원 태안 수산종묘시험장에서 인공 종묘 생산 기술이 개발되었으며, 인공 종묘 생산한 비단가리비 종패는 연구소와 어민들이 시험 양식에 성공하여 종패 수입 대체 효과, 생산성 향상 등 양식 산업화로 전망이 밝게 되었다. 그러므로 본 연구는 우리나라 전 연안에 서식하는 비단가리비의 종묘 생산을 목적으로 수행하였다. 이를 위하여 비단가리비의 인공 종묘 생산 방법을 알기 위하여 산란 유발, 유생 사육, 부착과 성장, 중간 육성 등을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

본 연구에 사용한 재료인 비단가리비(*Chlamys farreri*)는 전남 대흑산도 연안(그림 1)에서 형망으로 채집하였다.

1. 산란 유발

산란 유발을 위하여 사용한 어미는, 대흑산도 연안에서 형망으로 채취한 것 중에서 생식소가 충분히 성숙하고 활력이 좋은 것만을 사용하였다. 산란 자극 방법으로는 간출 자극, 온도 자극,

자외선 조사 해수 자극을 단독 또는 혼합하여 실시하였으며, 최근에 일반적으로 패류의 산란 유도에 효과가 높은 것으로 알려진 Serotonin (Matsutani and Nomura, 1982)을 사용하였다.

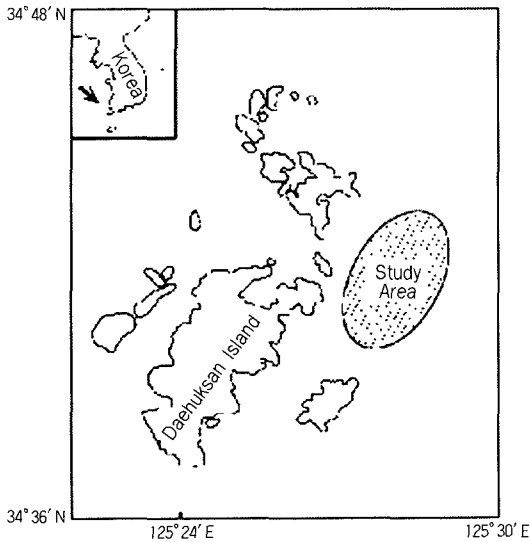


그림 1. 비단가리비 채집 장소.

간출 자극은 해수에서 사육하던 어미를 온도가 10°C 정도 높은 공기 중에 30~60분간 노출시킨 후에, 해수에 옮겨 방란·방정을 시도하였다. 온도 자극에서는 전기히터를 사용하여 10분에 1°C 씩 수온을 상승시켜 자연 해수 온도보다 3~5°C 정도 높게 하였다. Serotonin은 1 μm로 여과된 해수에 용해시켜 비단가리비가 가장 반응률이 높았던 2 mM 농도로 희석하여 비단가리비 폐각근에 각각 0.4 ml씩 주사하였다(임 등, 1995). 방란·방정된 알과 정자는 즉시 인공수정 시킨 후 30 μm 망목을 사용하여 깨끗한 여과 해수로 3~4회 세란 한 뒤 부화조에 수용하였다.

2. 먹이 생물 배양

종묘 생산 기간중 유생의 사육에 사용한 먹이 생물은 일반적으로 조개류 종묘 생산시 우수한 먹이로 많이 이용되고 있는 황갈편모조류인 *Isochrysis galbana*와 *Pavlova lutheri*, 규조류인 *Chaetoceros calcitrans* 그리고 녹조류 *Nannochrysis oculata* 의 4종을 먹이로 사용하였다.

먹이 생물 배양을 위해 사용되는 배양수는 1 μm의 여과기를 거친 해수를 자외선 살균기로 멸균을 하여 사용하였으며, 원 종 보관을 하기 위한 정치 배양시는 고압멸균기에 넣어 121°C, 1.5 기압에서 15분간 처리하여 사용하였으며, 5~500 l의 소량 배양시에는 여과한 해수를 70~80°C로 가열하여 방치하면 실온에 도달하는, 열탕살균법을 이용하였다. 그리고 2 톤 이상의 대량 배양에서는 차아염소산나트륨(NaClO) 용액을 해수 10 l 당 0.5 ml를 넣고 공기를 넣어주지 않은 상태에서 1시간 이상 방치한 다음, 티오황산나트륨 용액(Na₂S₂O₃ · 5H₂O를 증류수 1 l 에 200 g을 녹여서 사용)을 해수 10 l 당 0.75 ml씩 넣고 포기하여 수시간이 경과한 후 사용하였다. 배지는 conwy배지(표 1)를 이용하여 배양하였다.

먹이 생물 실내 배양 조건은 온도 20~22°C, 조도는 배양 용기 표면이 3,000 lux가 되도록 유지하였다.

3. 유생 사육

산란, 수정 후 부화된 trochophore 유생은 수온 18°C로 유지된 FRP 2톤 원형 수조에 옮겨 주었다. D상 유생으로 변태한 후에는 aeration을 약하게 하면서 먹이 생물을 공급하였다. 사육수는 1 μm 여과기를 거친 여과 해수를 2일에 한번씩 전량 환수하였다.

가. 수온에 따른 유생 성장

비단가리비 유생의 적정 사육 수온을 알기 위하여 1 l 비이커에 수온을 15, 20, 25 및 30°C의 4개 실험구를 설정하여 1 µm 여과 해수를 채우고, 변태직 후의 D상 유생을 1개체/ml의 밀도로 수용하였다.

사육 방법은 지수식으로 하였고 2일에 한번씩 사육수를 교환하였으며, 먹이는 *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros calcitrans* 및 *Nannochrysis oculata*를 섞어서 공급하였고 사육 초기에는 10,000cells/ml에서 3, 4일 간격으로 10,000cells/ml씩 농도를 올려 50,000cells/ml까지 먹이량을 단계적으로 늘려 공급하였다.

나. 수용 밀도에 따른 유생 성장

수용 밀도가 비단가리비 유생의 성장과 생존율에 미치는 영향을 조사하기 위하여 수온 20°C에서 1 l 비이커에 부화유생을 1ml당 1, 5, 10 및 20 개체의 밀도로 수용하였다. 먹이와 사육수 환수 방법은 수온 실험에서와 같은 방법으로 하였다.

다. 먹이 생물에 따른 유생 성장

먹이 생물의 종류에 따른 비단가리비 유생의 성장과 생존율을 알아보기 위하여 수온 20°C에서 1 l 비이커에 부화유생을 1개체/ml의 밀도로 수용하였으며, 먹이 생물은 *I. galbana*, *C. calcitrans*, *N. oculata*의 3개 단독구와 *I. galbana* + *C. calcitrans*, *I. galbana* + *N. oculata*, *C. calcitrans* + *N. oculata*, *I. galbana* + *C. calcitrans* + *N. oculata*의 4개 혼합구 등 7개 실험구를 설정하였다. 실험기간

표 1. Conwy 배지 조성표

Solution A	FeCl ₃ · 6H ₂ O	1.30g
	MnCl ₂ · 4H ₂ O	0.36g
	H ₃ BO ₃	33.60g
	EDTA	45.00g
	NaH ₂ PO ₄	20.00g
	NaNO ₃	100.00g
	Solution B	1.00ml
	증류수	1.00 l
Solution B	ZnCl ₂	2.10g
	CoCl ₂ · 6H ₂ O	2.10g
	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ · 4H ₂ O	2.10g
	CuSO ₄ · 5H ₂ O	2.00g
	증류수	100.00ml
Solution C	B ₁₂	10.00mg
	B ₁ (thiamine)	200.00mg
	증류수	100.00ml

* (solution A 1 ml + solution C 0.1 ml) / seawater 1 l .

중 유생의 성장과 생존율은 2일 간격으로 각 실험구에서 유생을 추출하여 생존 개체수를 측정하였으며, 유생의 각장은 광학현미경(Olympus, BX40)으로 측정하여 평균값으로 구하였다.

4. 부착 및 치패 성장

2톤 FRP 수조 내에서 부착기 유생을 채묘기 형태와 재질에 따른 부착률을 비교하기 위하여 3가지 형태의 채묘기를 사용하였다. 전복 채묘용 염화비닐판(30×40 cm)과 망목 1 mm의 양파망(30×50 cm)에 합성섬유 그물 200 g을 넣은 채묘기, 그리고 비단가리비 패각을 사용하였다. 부착 기질의 설치 방법에 따른 부착기 유생의 부착률을 비교하기 위해, 염화비닐 파판을 수평과 수직 방향으로 설치하였다. 부착 치패는 90일간 사육하여 그 성장률을 식으로 나타내었다.

5. 중간 육성

1999년 11월 30일부터 2000년 12월 20일까지, 충남 태안군 내파수도 수역에서 평균 각장 11.44 mm의 비단가리비 인공 종묘에 대한 중간 육성 실험을 하였다.

비단가리비 치패는 플라스틱 바구니(43×43×8.5 cm)에 2000년 5월까지 200마리씩, 이후에는 40마리씩 수용하여 월별로 표층과 저층(10 m)의 성장을 측정하였다.

III. 결 과

1. 산란 유발

비단가리비의 산란 유발 결과는 표 2와 같다. 비단가리비의 암수 방란·방정은 erotonin 2 mM 농도로 0.4 ml를 폐각근에 주사한 것이 암수 모두 100% 반응을 하여 가장 좋았으며, 온도 상승 자극에서는 암수 모두 80%의 반응을 보였고, 여러 가지 방법을 혼합하여 자극을 주었을 경우에는 암컷 80%, 수컷 100%의 반응을 보였다. 자외선 조사 해수에 수용하여 자극을 준 것은 암컷은 반응하지 않고 수컷만 정자를 방출하였으며, 간출만 하여 산란 유도를 한 경우에는 반응을 보이지 않았다. 하지만 Serotonin을 사용하여 방출된 알들은 크기가 작고 성숙이 완전히 이루어지지 않은 미숙란의 비율도 높아서 성숙란과 잘 분리하여 부화를 시키는 것이 중요하였다.

표 2. 비단가리비 산란 유발 시험 결과

자 극 방 법	수온(°C)	반응 마리수		산란량 (10 ⁴)	부화량 (10 ⁴)
		♀	♂		
간 출 자 극	20	0/5	0/5		
수 온 상 승 자 극	20+3	4/5	4/5	180	110
자외선 조사 해수 자극	20	0/5	2/5		
혼 합 자 극	20+3	0/5	1/5	200	120
세 로 토 닌 주 사	20	5/5	5/5	350	160

비단가리비 산란시 행동을 보면 패각을 여닫는 개폐 활동을 하는데 산란 시작 초기에는 간헐적으로 여닫으며 배설물을 배출하다가 후이부와 후폐각근 사이의 오목한 부분을 통하여 가는 연기 모양으로 서서히 방란·방정이 일어나기 시작하여 점차 패각을 세차게 개폐하면서 3~5회에 걸쳐 물을 세차게 품어 내며 많은 양의 알과 정자를 함께 방출한다. 대부분의 경우 수컷의 방정이 먼저 일어나는데 정자는 하얗고, 알은 분홍색을 띤다. 알은 생식소에서 방출되어서 각각 분리되어 바닥에 가라앉는 침성란이다.

2. 유생 사육

비단가리비는 난과 정자가 수정된 순간부터는, 어떤 힘의 작용으로 난 속에서는 순차적 조합적으로 발생이 진행된다. 난 내부 발생이 완료되면 곧 부화가 이루어지는데, 이런 과정은 거의 모든

수정란들이 겪는 과정이지만 조개 종류에 따라 모양, 소요 시간, 과정 등이 다소 차이가 있어 일반적으로 같이 볼 수가 없다. 비단가리비의 정확한 과정별 확인을 할 수 있는 진행중의 일부 과정을 보면 그림 2와 같다. 수정란과 부화 유생의 초기 발생은 수온 18°C에서 관찰한 것이다(표 3).

수정란의 크기는 약 69.5 μm 였고(그림 2-A), 수정 후 2시간이 지나면 2 세포기(그림 2-E)로 되고, 5시간 후 4 세포기(그림 2-F), 수정 8시간 후에 8 세포기(그림 2-G)가 되었다. 수정 후 14시간이 지나면 상실기(그림 2-H)에 이르고, 20시간 후에는 섬모환으로 회전 운동과 상하 운동 등 비교적 자유로운 유영 활동을 하는 담류자 유생으로 부화하였다(그림 2-I).

수정 후 36시간이 지나면 유각을 형성하기 시작하였으며, 40시간 후에는 각장 91.4 μm , 각고 73.5 μm 의 D형 유생으로 되었다(그림 2-J). 수정 11일 후에는 각장 151.3 μm , 각고 129.1 μm 인 각정기

표 3. 비단가리비의 발생 과정별 소요 시간 및 크기(수온 18~21°C)

발생 과정 Stage	소요 시간 Elapsed time after fertilization	크 기 Size
Fertilized egg	0	69.5 μm
2 cell	2시간	
4 cell	5시간	
8 cell	8시간	
상실기(morula stage)	14시간	
담류자(Trochopore)	20시간	
D형유생(D-shaped larvae)	40시간	91.4×73.5 μm
후기D형유생(Late D-shaped larvae)	7일	129.6×107.6 μm
각정기유생(Umbo stage)	11일	151.3×129.1 μm
부착기유생(Attached stage)	18일	175.4×151.7 μm

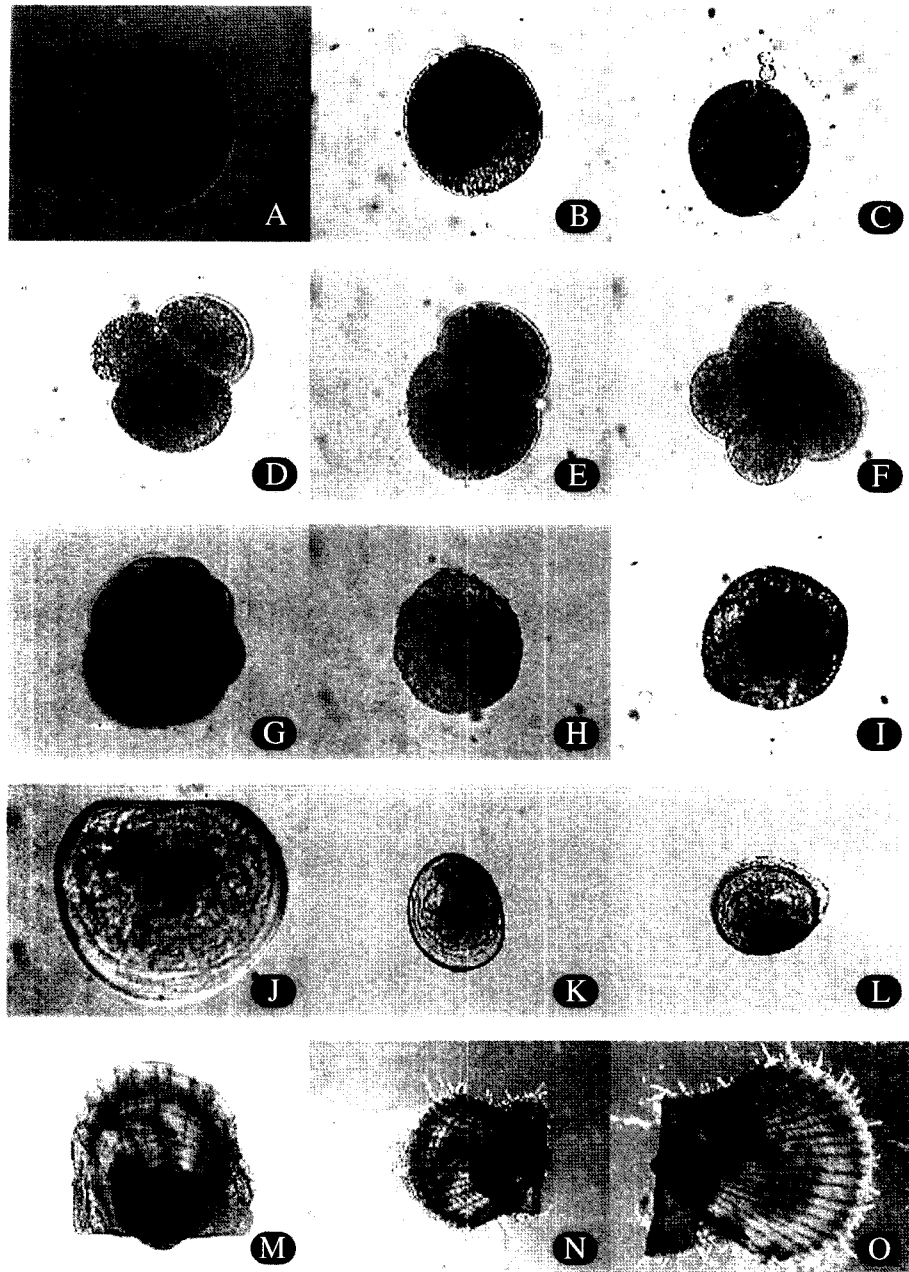


그림 2. 비단가리비 유생의 발생 과정.

A, 수정란; B, 제 1극체; C, 제 2극체; D, 삼엽형; E, 2 세포기; F, 4 세포기; G, 8 세포기; H, 포배기; I, 답륜자 유생; J, D형 유생; K, 각정기 유생; L, 번태기 유생; M, 치패(50일째); N, 치패(65일째); O, 치패(80일째) (scale bar = A~L; 50 μ m, M~O; 500 μ m).

유생으로 성장하며(그림 2-K) 각정 형성이 시작되었다.

수정 18일째에는 각정부가 돌출하면서 투명한 주연각이 형성되고 이때는 각장 175.4 μm , 각고 151.7 μm 가 되며(그림 2-L), 기질에 부착하는 개체가 보이기 시작한다. 수정 25일째에는 주연각이 더욱 성장하여 각장 238.3 μm , 각고 211.0 μm 에 달한다. 또한 50일째에는 각장 954.4 μm (그림 2) 크기의 부착 치패로서 족사가 형성된 것을 뚜렷이 관찰할 수 있다. 65일째에는 각장 1.7 mm(그림 2-N), 80일째에는 2.6 mm(그림 2-O)로 성장하였다. 수정 후 5일째인 D형 유생에서 35일째인 부착치패까지 측정된 부화 후 경과일수(X)에 따른 각장(SL)의 성장은 $SL = 79.764e^{0.0502X}$ ($r^2 = 0.9447$)의 회귀직선식으로서 그림 3과 같이 나타났다.

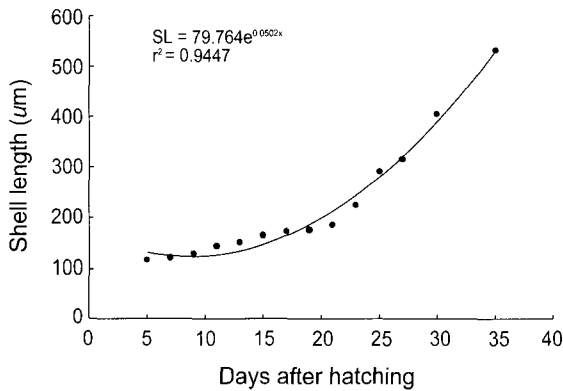


그림 3. 비단가리비 유생의 성장 곡선.

가. 수온에 따른 유생 성장

수온별로 사육한 유생의 성장은 실험 후 5일째부터 성장 차가 나타나기 시작하여 실험 9일째의 15°C 실험구는 각장 123.1 μm , 20°C 142.1 μm , 25°C 151.5 μm , 30°C 148.1 μm 로 성장하여 25°C 실험구가 15°C 실험구에 비해 28.4 μm 의 성장 차를 보

였다. 실험 후 13일째에는 30°C, 17일째에는 25°C 실험구의 유생이 전량 폐사하였으며, 21일 후에 15°C 실험구는 각장 135.9 μm , 20°C 실험구는 178.9 μm 로, 20°C 실험구가 15°C 실험구보다 43 μm 의 성장 차를 보였다(그림 4).

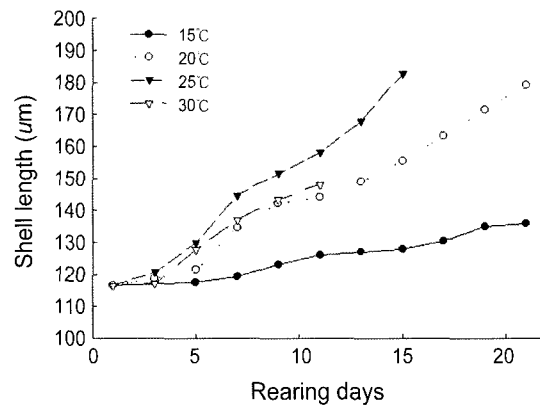


그림 4. 비단가리비 유생의 온도별 성장 비교.

수온별 실험구에서 경과일수에 따른 생존율을 보면 실험 7일째에는 15°C 실험구가 54.5%, 20°C 60.5%, 25°C 58.3%, 30°C 24.1%로 특히 30°C 실험구에서 급격한 폐사가 발생하였으며, 실험 13일째에는 30°C 실험구에서, 실험 17일째에는 25°C 실험구에서 유생이 모두 폐사하였다. 실험 종료 시에는 15°C 실험구에서 9.8%, 20°C 실험구에서 15.5%로서 20°C 실험구에서 생존율이 가장 좋았다(그림 5).

나. 수용 밀도에 따른 유생 성장

수용 밀도에 따른 유생의 성장은 실험 후 9일째부터 성장 차가 나타나기 시작하여 실험 11일째에는 1 ml당 1개체 실험구에서 각장 154.5 μm 로 성장이 가장 빨랐고, 5개체에서는 151.6 μm , 10개체에서는 145.5 μm 의 성장을 하였으며, 20개체에

서는 141.8 μm 로 가장 저조한 성장을 보였다. 실험 후 21일째에는 1개체에서 각장 187.9 μm , 5개체 183.3 μm , 10개체 163.2 μm 의 성장을 보였으며, 20개체에서는 158.9 μm 로 성장이 가장 저조하였다(그림 6).

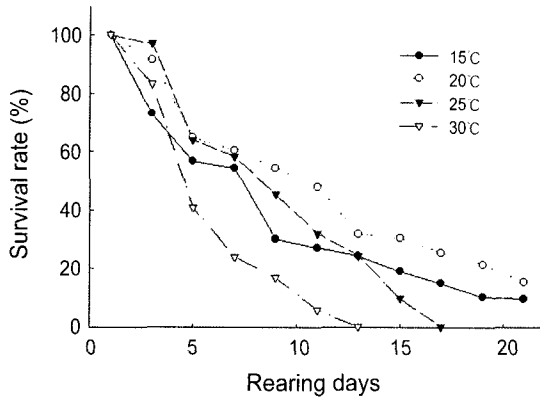


그림 5. 비단가리비 유생의 온도별 생존율 비교.

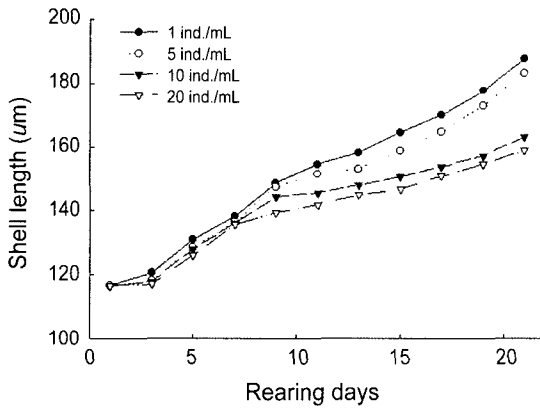


그림 6. 비단가리비 유생의 밀도별 성장 비교.

사육 일수에 따른 유생의 수용 밀도별 생존율을 보면 실험 9일째에 1 mL 당 1개체와 5개체에서는 70.2%, 68.1%의 생존율을 보였으나 10개체 및 20개체에서는 56.5%, 36.4%의 생존율을 보였다. 실험

21일째에는 1개체와 5개체에서는 각각 28.7%, 22.3%로 비슷한 생존율을 보였으나, 고밀도 실험구인 10개체는 9.8%, 20개체는 5.6%로 생존율이 현저하게 낮았다(그림 7). 따라서 비단가리비 부유유생의 수용밀도는 성장과 생존율에서 1개체/ mL 구가 가장 좋은 결과를 보였다.

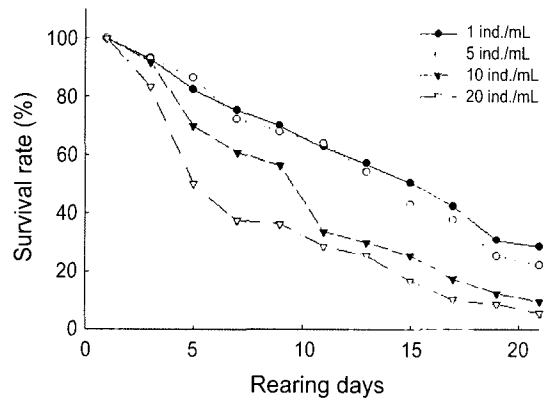


그림 7. 비단가리비 유생의 밀도별 생존율 비교.

다. 먹이 생물에 따른 유생 성장

먹이 생물 종류별로 단독 또는 2종 이상을 혼합하여 7개 실험구를 설정하고 각 먹이 실험구별로 사육한 부유유생의 가장 성장은, 9일째에 *I. galbana*+*C. calcitrans*+*N. oculata*구가 155.7 μm 로 성장이 가장 빨랐고, *N. oculata* 단독구가 140.5 μm 로 가장 늦은 성장을 보였다. 실험 17일째에는 성장 차가 더욱 커져 *I. galbana*+*C. calcitrans*+*N. oculata*구가 177.7 μm 인데 비하여 *N. oculata* 단독구는 153.7 μm 로 24 μm 의 성장 차를 보였다. 실험 21일째에는 *I. galbana*+*C. calcitrans*+*N. oculata*구가 194.2 μm , *I. galbana*+*C. calcitrans*구는 188.8 μm , *I. galbana*구는 186.0 μm , *I. galbana*+*N. oculata*구는 184.4 μm , *C. calcitrans*구는 183.3 μm , *C. calcitrans*+*N. oculata*구는 172.5 μm , *N. oculata*구는 162.2 μm 의

성장을 보여, 먹이 생물 3종을 혼합 투여한 실험구가 성장이 가장 빨랐고, *N. oculata*를 단독 공급한 실험구가 가장 저조하였다(그림 8).

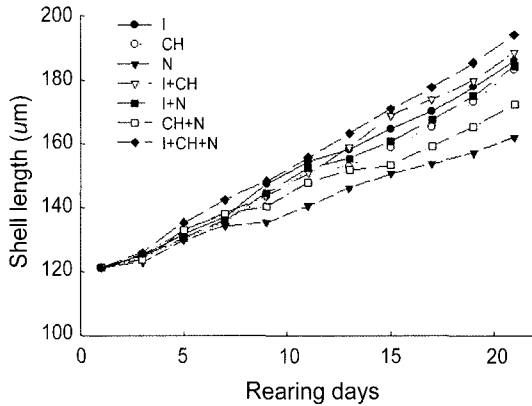


그림 8. 비단가리비 유생의 먹이 생물별 성장 비교.

먹이 생물 종류에 따른 유생의 생존율은 7일째에 *I. galbana*+*C. calcitrans*구가 73.2%로 생존율이 가장 높았으며, *N. oculata* 단독구가 36.8%로 생존율이 가장 낮았다. 실험 17일째에는 *I. galbana*+*C. calcitrans*구가 35.5%, *I. galbana*+*C. calcitrans*+*N. oculata*구가 32.1%, *I. galbana*구가 24.4%, *I. galbana*+*N. oculata*구가 20.3%, *C. calcitrans*구가 19.9%, *C. calcitrans*+*N. oculata*구가 17.3%, *N. oculata*구가 15.4%의 생존율을 보였다. 실험 21일째에는 *I. galbana*+*C. calcitrans*구는 29.4%, *I. galbana*+*C. calcitrans*+*N. oculata*구는 27.0%, *I. galbana*구가 19.8%, *I. galbana*+*N. oculata*구가 11.5%, *C. calcitrans*구가 10.6%, *C. calcitrans*+*N. oculata*구가 10.2%, *N. oculata*구가 9.4%의 생존율을 보여 *I. galbana*+*C. calcitrans*구가 생존율이 가장 높았고, *N. oculata*를 단독 공급한 실험구가 가장 생존율이 낮았다(그림 9).

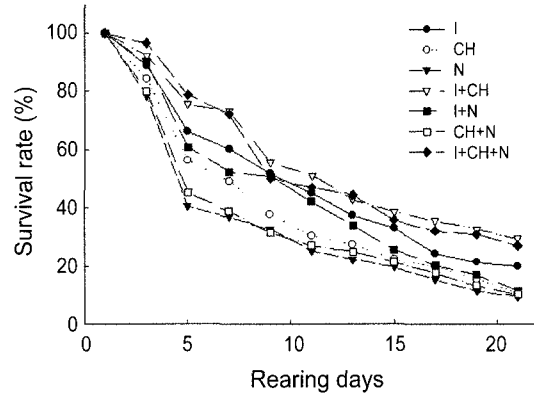


그림 9. 비단가리비 유생의 먹이 생물별 생존율 비교.

I : *Isochrysis galbana*, CH: *Chaetoceros calcitrans*, N: *Nannochrysis oculata*.

3. 부착 및 치패 성장

비단가리비 유생은 각정기 유생 단계에서 안점이 생겼을 때 부착기를 투입한다. 부착기별 부착률 시험을 실시한 결과는 표 4와 같다.

부화 후 18일째에 부착 기질로 염화비닐판, 양파망 및 폐각을 사용하여 부착기 투입 후 10일째 부착 시험한 결과, 염화비닐판을 수평으로 놓은 것이 3.43%로 부착률이 가장 양호하였으며, 다음으로는 폐각으로 3.17%이었다. 그러나 양파망과 염화비닐판을 수직으로 놓은 것은 부착률이 각각 1.52%와 1.61%로 저조하였다. 수정 후 40일째 부착 치패에서 90일째 부착 치패까지 측정된 부화 후 경과일수(X)에 따른 각장(SL)의 성장은 $SL=184.44e^{0.0335X}$ ($r^2=0.9861$)의 회귀직선식으로서 그림 10과 같이 나타난다.

4. 중간 육성

충청남도 내파수도 연안에서 1999년 11월부터

표 4. 채묘기별 비단가리비 유생의 부착률

방 법	수조용량 (L)	유 생			부 착		
		유생수 (A)	채묘기수 (B)	부착수 (C)	C/B	부착률(%) (C/A)	
전복파관	수 평	500	100,000	50	3,428	68.56	3.43
	수 직	500	100,000	50	1,612	32.24	1.61
양 파 망	"	500	100,000	10	520	152	1.52
조개껍질	"	500	100,000	100	3,166	31.66	3.17

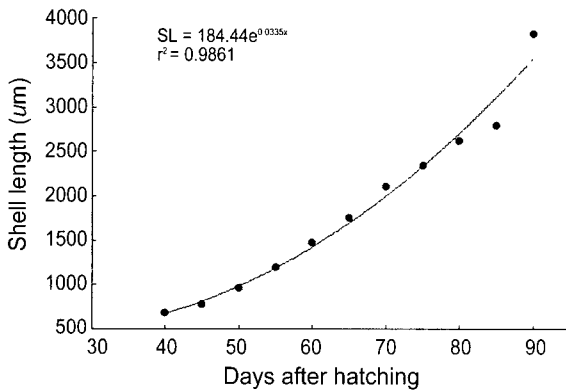


그림 10. 비단가리비 치패의 성장 곡선.

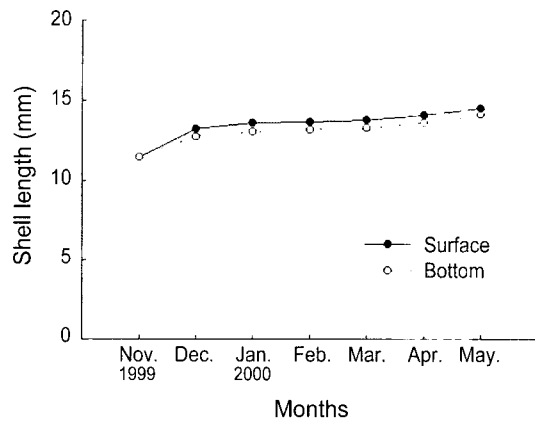


그림 11. 비단가리비 치패의 성장(1999. 11~2000. 5).

2000년 12월 까지 비단가리비 치패(각장 6.8~16.36 mm)에 대한 중간 육성 시험을 실시한 결과는 다음과 같다. 표층에서는 11월에 평균 각장 11.44 mm에서 6개월 후인 5월에는 평균 각장 14.51 mm로 약 3.1 mm 성장하였으며, 6월에는 평균 각장 24.34 mm로 성장이 빨라져 12월에는 평균 각장 49.39 mm까지 성장하였다. 저층에서는 11월에 평균 각장 11.44 mm에서 6개월 후인 5월에는 평균 각장 14.11 mm로 2.67 mm 성장하였으며, 6월부터는 성장이 빨라져 평균 각장 22.90 mm가 되었으며, 12월에는 평균 각장 43.47 mm까지 성장하였다(그림 11, 12). 전중량은 11월에 평균 0.39 g에서

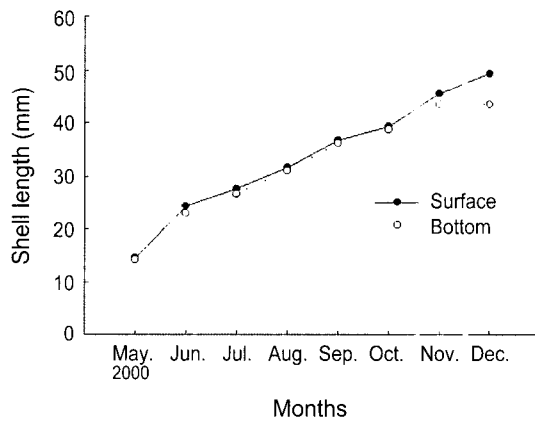


그림 12. 비단가리비 치패의 성장(2000. 5~12).

6개월 후인 5월에는 표층이 평균 0.88 g으로 0.49 g 증가하였으며, 저층이 0.85 g으로 0.46 g 증가하였다. 6월에는 표층이 평균 3.23 g, 저층이 2.86 g으로 전중량 증가가 빨라져 12월에는 표층이 21.37 g, 저층이 15.30 g까지 증가하였다(그림 13, 14).

13개월 동안 중간 육성한 결과 비단가리비 치패는 저층보다 표층이 평균 각장 5.92 mm, 평균 전중량 6.07 g이 더 빨리 성장하였으며 이들의 생존율은 모두 90% 이상이었다.

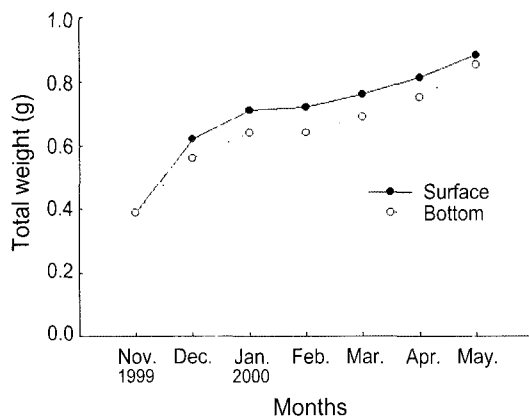


그림 13. 비단가리비 치패의 전중량(1999. 11~2000. 5)

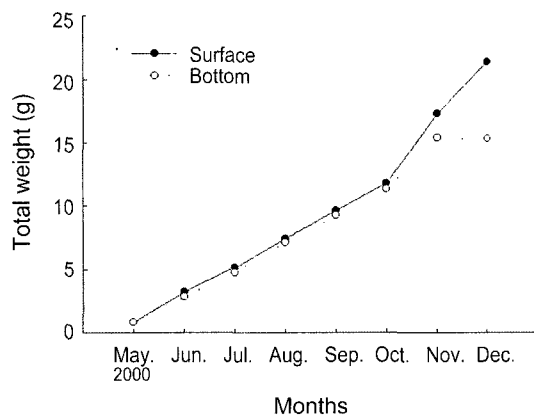


그림 14. 비단가리비 치패의 전중량(2000. 5~12).

V. 요약

비단가리비의 인공 종묘 생산을 목적으로 전라남도 신안군 대흑산도 주변에 서식하는 비단가리비를 대상으로 인공 종묘 생산을 위한 산란 유발, 수정란의 발생 과정, 유생 사육, 채묘 및 중간 육성 등 양식 생물학적 연구를 실시하였다. 어미의 각종 산란 유발 자극에 대한 반응은 Serotonin 주사, 온도 자극, 혼합 자극에서 반응율이 가장 높았으며, 자외선 조사 해수 자극은 수컷만 반응을 하였고 간층 자극은 반응이 없어 실효성이 없는 것으로 나타났다. 수정란의 크기는 69.5 μm 이었고, 수정 후 약 2시간에 2 세포기, 8시간 후에 8 세포기, 20시간 후에는 담륜자 유생으로 부화하였으며 40시간 후에는 D상 유생으로 되었다.

수온별 비단가리비 유생의 성장은 수온 20°C에서 각장 178.9 μm 로 가장 좋았으며, 이 때의 생존율은 15.5%이었다. 그러나 수온 15°C에서는 낮은 성장을 보여 각장 135.9 μm 로 성장하였으며, 생존율도 9.8%로 저조하였다. 수용 밀도별 사육 시험에서 1 ml당 1개체와 5개체에서 성장 및 생존율이 양호하여 성장 및 생존율을 볼 때 적정 사육 밀도는 1 ml당 5개체 이하로 나타났다. 먹이 생물 종류에 따른 유생의 성장을 알기 위하여 *I. galbana*, *C. calcitrans*, *N. oculata*를 단독 또는 혼합으로 공급하였을 때 실험 종료후 각장의 성장은 *I. galbana*+*C. calcitrans*+*N. oculata*구가 194.2 μm 로 가장 좋았고 *N. oculata*구는 162.2 μm 로 가장 낮은 성장을 보였다. 생존율에서는 *I. galbana*+*C. calcitrans*구가 가장 높은 29.4%의 생존율을 보였으며, *N. oculata*구는 9.4%로 가장 낮은 생존율을 보였다.

채묘기별 유생의 부착률은 염화비닐판을 수평으로 놓은 것과 패각이 각각 3.43%와 3.17%로

가장 양호하였으나, 양파망과 염화비닐판을 수직으로 놓은 것은 각각 1.52%와 1.61%로 비교적 저조하였다. 수정 후 40일째부터 90일째까지 측정된 부착치패의 경과 일수에 따른 각장의 성장은 $SL=184.44e^{0.0335X}$ ($r^2=0.9861$)의 회귀직선식으로서 나타났다. 중간육성 시험에서 수심별 성장을 분석한 결과, 비단가리비 치패는 저층보다 표층이 각장 5.92 mm, 전중량 6.07 g 정도 더 빨리 성장하였다.

참 고 문 헌

- Kang, T. G. and Zhang, C. I., 2000, A study on the growth and spawning of Korean scallop (*Chlamys farreri*) around Wando, Korea. Bull. Koeran Soc. Fish. Tech., 36 (3), 210~221 (in Korean).
- Kuang, S., H. Sun, F. Li and J. Fang, 1997. Feeding and growth of scallop *Chlamys farreri* before and after spawning. Mar. Fish. Res. China, 17(2), 80~86.
- Li, M., B. Biao, Z. Pan and J. Sun, 1989. The use of micro-algae in rearing experiments on larval scallop, *Chlamys farreri* (Jones and Preston). Trans. Oceanol. Limnol., no 1, 30~37.
- Liao, C., Y. Xu and Y. Wang, 1983. Reproductive cycle of the scallop *Chlamys farreri* (Jones and Preston) at Qingdao. J. Fish. China, 7(1), 1~13.
- Na, G. H., W. G. Jeong and C. H. Cho, 1995. A study on seedling production of Jicon scallop, *Chlamys farreri*. 1. Spawning, development and rearing of larvae. J. Aquaculture, 8 (4), 307~316 (in Korean).
- Sun, J., C. Lin, P. Li, Y. Jin and L. Zhou, 1977. The culture experiment of scallop *Chlamys farreri* in Nanji Islands. J. Zhejiang Coll. Fish., 16(4), 247~255.
- Whang, H. J. and M. N. Kim, 1973. Study on the distribution and ecology *Chlamys farreri nipponensis* Kuroda around the Taehuksan Is. Bull. Nat. Fish. Res. Dev. Agency, 11, 25~35 (in Korean).
- Yakovlev, Y. M. and L. S. Afeichuk, 1995. The reproductive cycle of the callop *Chlamys farreri* in the Sea of Japan. Fisheries, biology and aquaculture of Pectinids, 8th Int. Pectinid Workshop, no 17, 193~198.
- Yang, A., Q. Wang, J. Kong, P. Liu, Z. Liu, H. Sun, F. Li, R. Wang and M. Jiang, 1999. Triploid induction in *Chlamys farreri* by application of 6-dimethylaminopurine. J. Fish. China, 23(3), 241~247.
- Yang, H., T. Zhang, J. Wang, P. Wang, Y. He and F. Zhang, 1999. Growth characteristics of *Chlamys farreri* and its relation with environmental factors in the intensive raft-culture areas of Sishiliwan Bay, Yantai. J. Shellfish Res., 18(1), 71~76.
- Yang, H., X. Guo, Z. Chen and Y. Wang, 1999. Tetraploid induction by inhibiting mitosis I in scallop *Chlamys farreri*. Chinese J. Oceanol. Limnol., 17(4), 350~358.
- 경상남도, 1996. 비단가리비 양식시험, 107 pp.
- 국립수산진흥원, 1996a. 비단가리비 양식. 수산기술지 41, 42 pp.
- 노한철 · 정태준 · 신남삼 · 민병주 · 이우태, 1997.

비단가리비 자연채묘 및 양성시험사업. 농림부 특정연구개발사업 연구보고서. 126 pp.
옹진군, 1994. 비단가리비 및 피조개 종묘 생산 시험, 77 pp.
임한규 · 고창순 · 이윤호, 1995. 비단가리비 종묘

생산 기술개발시험. 국립수산진흥원 남해수산연구소 사업보고, 355~360.
허영백, 1994. 이매패류 8종 유생의 발생 및 성장에 관한 비교연구. 부산수산대학 석사학위논문, 56 pp.